Subject :

Year: ۹۱ Month. ۱ Date. ۳۱ جلسه چهارم

ABADANOMRAN

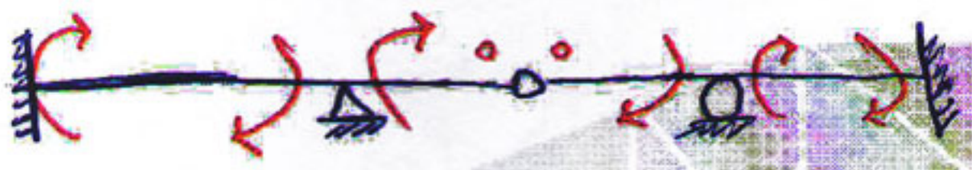
روش شیب - افت کاهش یافته (اصلاح شده)

Modified slope deflection method

در برخی از سازه‌ها یا تمام لنگر انتهای یک المان معلوم و برابر صفر است. مانند مثال های زیر

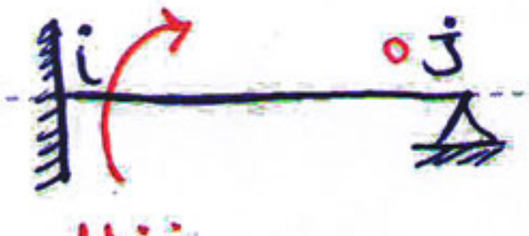
- در سر مقابل در المان CD لنگر انتهایی D صفری باشد.

- در سر مقابل لنگر در المان‌های BC و CD صفری باشد



در چنین سازه هایی برای المانی که لنگر یک سرش صفری باشد به جای استفاده از روابط شیب افت کاهش یافته می توان از روابط شیب افت کاهش یافته استفاده نمود.

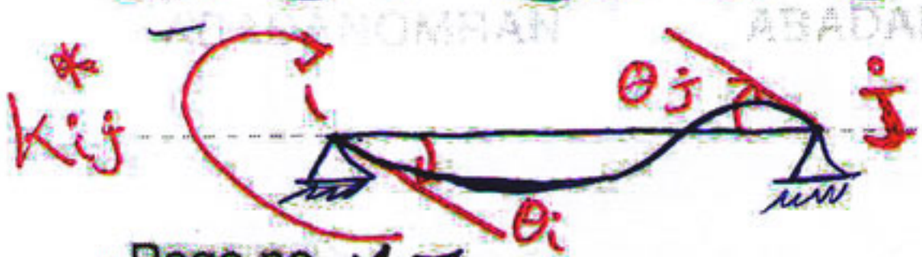
تعریف المان کاهش یافته: المانی است که یک انتهای آن مفصلی باشد (لنگر یک سر آن صفر باشد).



M_{ij}

تعریف سختی دورانی کاهش یافته گره ای: K^*_{ij}

مقدار لنگری که باعث دوران واحد گره‌ای می‌شود وقتی انتهای دیگر مفصلی باشد.



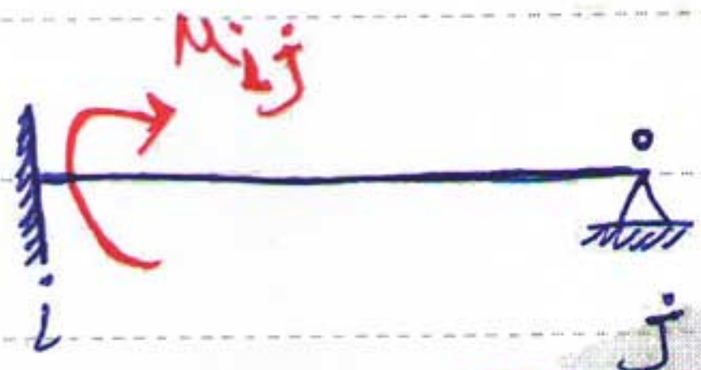
WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

مقدار سختی اصلاح شده، کاهش یافته برای یک المان منشوری برابر زیر می باشد.

$$K^{*}_{ij} = \frac{۳EI}{L}$$

فرمول شیب افت کاهش یافته برای یک المان کاهش یافته:

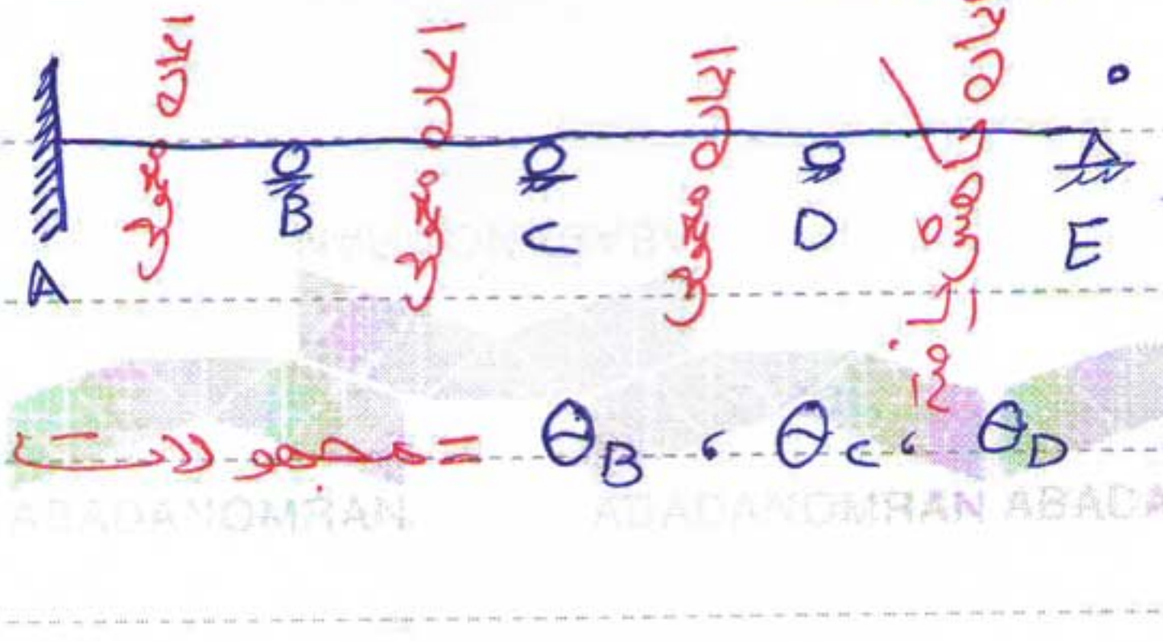


$$M_{ij} = \frac{۳EI}{L}\left[\theta_i - \frac{\Delta_{ij}}{L}\right] + \left(FEM_{ij} - \frac{FEM_{ji}}{۲}\right)$$

$$M_{ji} = \circ$$

ABADANOMRAN

نکته: هنگامی که برای یک المان کاهش یافته معادله شیب افت اصلاح شده را می نویسیم θ مربوط به گره ای که لنگر آن صفر است را به عنوان مجهول در نظر نمی گیریم.



مجهولات = θ_B ، θ_C ، θ_D

WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject :

Year: Month. Date.

ABADANOMRAN

مثال: تیر روبه رو را به روش شیب-افت اصلاح شده آنالیز کنید.

5 KN/m

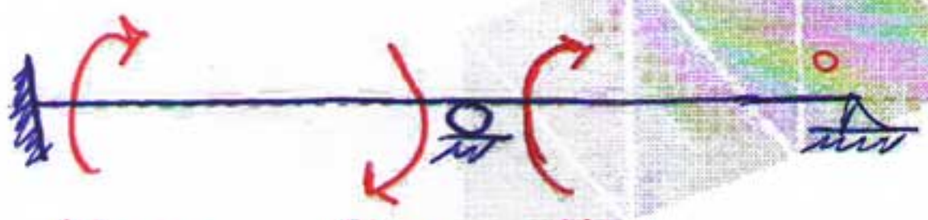
حل: المان Bc کاهش یافتگی دارد

زیرا لنگر گره C آن صفر می باشد.

گام اول: درجات نامعین سینماتیکی:

مجهول ما فقط θ_B است.

گام دوم: تجزیه سازه به عضو المان:



M_{AB} M_{BA} M_{Bc}

گام سوم: معادلات تعادل گره ای:

$\theta_B = ? \rightarrow \sum M_B = 0 \Rightarrow M_{BA} + M_{Bc} = 0$ (1)

گام چهارم: نوشتن روابط شیب افتی

فرمول معمولی شیب افتی $M_{BA} = \frac{2EI}{l}[2\theta_B + \theta_A - 0] + \frac{5\times(1)^2}{12}$

فرمول اصلاح شده شیب افتی $M_{Bc} = \frac{2EI}{2}[\theta_B - \frac{\Delta_{Bc}}{L}] + [\pm FEM_{Bc} - \frac{\pm FEM_{cB}}{2}]$

شیب افتی

$M_{Bc} = \frac{3EI}{2}[\theta_B - 0] + [\frac{5(2)^2}{12} - \frac{5(2)^2}{2}]$

WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

حل پنجم: قرار دادن معادلات شیب-افت در روابط تعادل

$$M_{BA} + M_{BC} = 0$$

$$\left(\frac{2EI}{1}[2\theta_B] + \frac{5(1)^2}{12}\right) + \left(\frac{3EI}{2}[\theta_B] + \left[-\frac{5(2)^2}{12} - \frac{\frac{5(2)^2}{12}}{2}\right]\right) = 0$$

$$\Rightarrow \theta_B = \frac{0.3759}{EI}$$

حل ششم:

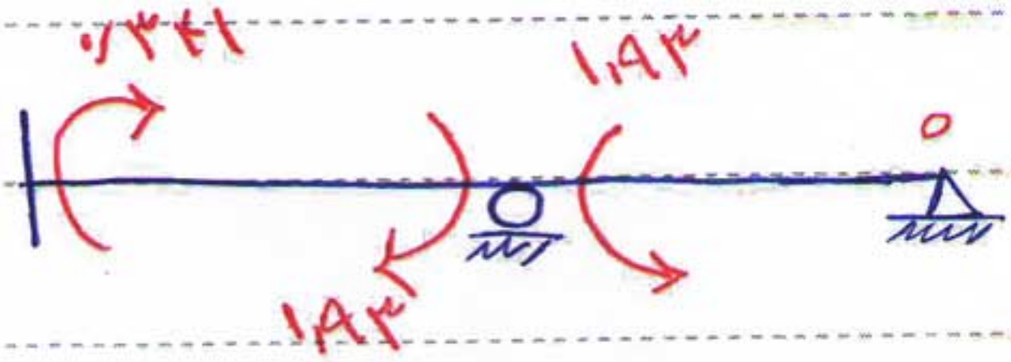
$$M_{AB} = \frac{2EI}{1}\left[2\theta_A + \frac{0.3759}{EI} - 0\right] - \frac{5(1)^2}{12} = -0.3441 \text{ KN.m}$$

$$M_{BA} = \frac{2EI}{1}\left[2\left(\frac{0.3759}{EI}\right) + \theta_A - 0\right] + \frac{5(1)^2}{12} = 1.93 \text{ KN.m}$$

$$M_{BC} = \frac{2EI}{2}\left[(0.3759) - 0\right] + \left[-\frac{5(2)^2}{12} - 4\frac{\frac{5(2)^2}{12}}{2}\right] = -1.93 \text{ KN.m}$$

$$M_{CB} = 0$$

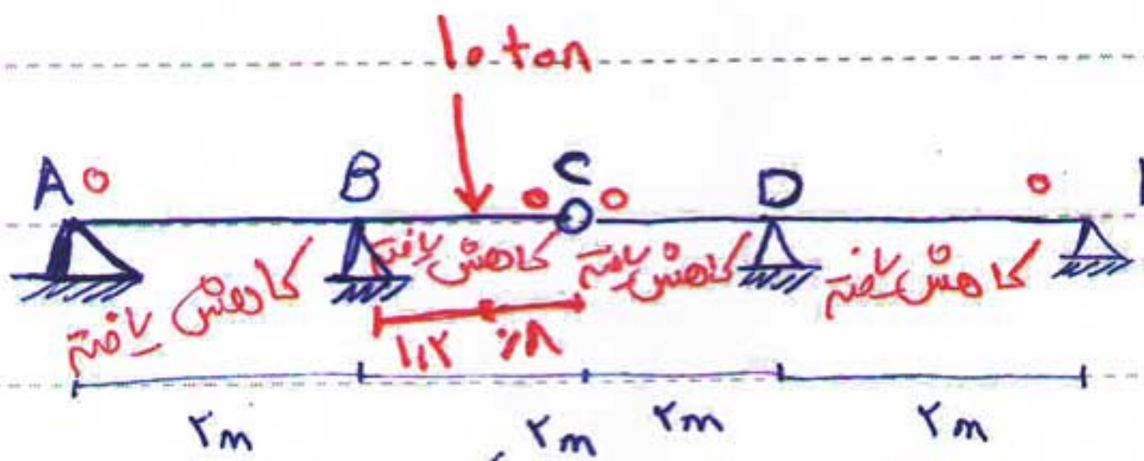
جواب نهایی



WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

مثال - در تیر زیر خیز وسط گره B را بیابید؟



حل: اگر بخواهیم از روش محوری مسأله را حل کنیم به یک دستگاه ۷ معادله ۷ مجهولی می رسیم. (θ_F ، θ_D ، Δ_C ، θ_{CR} ، θ_{CL} ، θ_B ، θ_A)

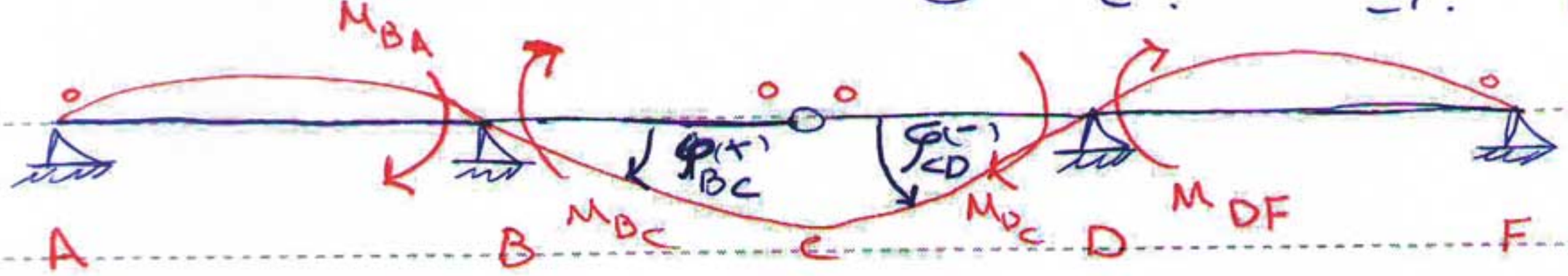
از روش شیب افت - کاهش یافتہ مسأله را حل می کنیم:

گام اول: درجات نامعینی سینماتیکی:

θ_B ، θ_D ، Δ_C

ABADANOMRAN

گام دوم: تجزیه سازه به جزئیات:



گام سوم: نوشتن معادلات تعادل به منزله معادلات خاصین:

$\theta_B = ? \longrightarrow \sum M_B = 0 \Rightarrow M_{BA} + M_{BC} = 0$ (۱)

$\theta_D = ? \longrightarrow \sum M_D = 0 \Rightarrow M_{DC} + M_{DF} = 0$ (۲)

$\Delta_C = 0 \longrightarrow$ ۵

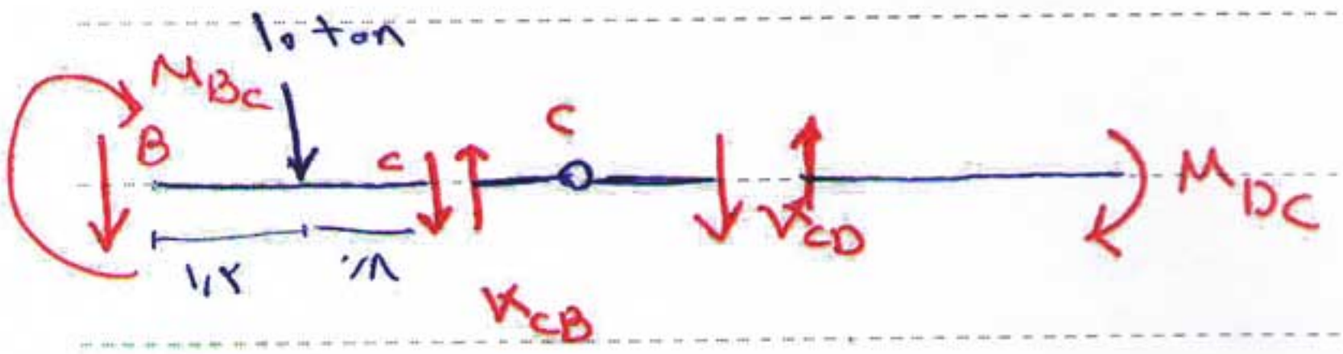
نکته: هنگامی که در یک گره، مجهول ما تغییر مکان ۵ باشد، برای گره به جای معادلات تعادل لنگر، معادله تعادل برش می نویسیم

WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject :

Year: ۹۱ Month. ۱ Date. ۳۱

$\Delta_C = ?$ ⟶ $\sum F_y = 0 \Rightarrow V_{CB} = V_{CD}$ (۲)



BC جدا کنید ⟶ $\sum M_B = 0 \Rightarrow V_{CB} \times ۲ + ۱۰ \times ۱/۲ + M_{BC} = 0$

$\rightarrow V_{CB} = -\frac{M_{BC}}{۲} - ۶$

برای کل CD ⟶ $\sum M_D = 0 \longrightarrow V_{CD} \times ۲ + M_{DC} = 0$

$\rightarrow V_{CD} = -\frac{M_{DC}}{۲}$

$V_{CD} = V_{BC} \Rightarrow -\frac{M_{BC}}{۲} - ۶ = -\frac{M_{DC}}{۲}$

$\Rightarrow M_{BC} - M_{DC} = -۱۲$

نوشتن معادلات شیب - افت

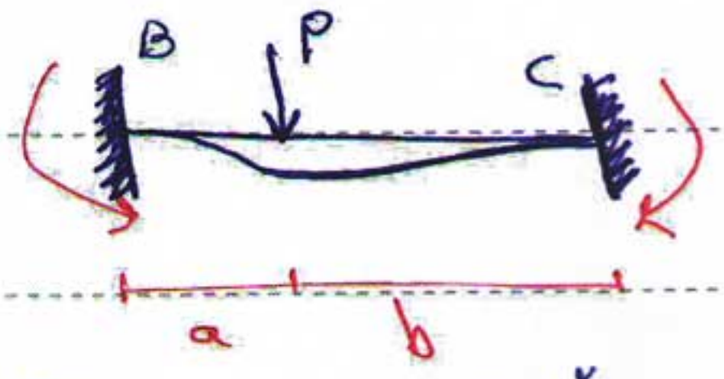
$M_{BA} = \frac{۲EI}{۲}[\theta_B - ۰] + [۰ - \frac{۰}{۲}]$

$M_{BC} = \frac{۲EI}{۲}[\theta_B - \frac{+\Delta}{۲}] + [-\frac{۱۰ \times (۱/۲)(۰/۸)^۲}{۲^۲} - \frac{۱۰ \times (۱/۲)^۲ (۰/۸)}{۲^۲}]$

WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

خلیج ۵



$$FEM_{CB} = +\frac{Pa^{r}b}{L^{r}}$$

$$FEM_{BC} = -\frac{Pab^{r}}{L^{r}}$$

$$M_{DC} = \frac{۳EI}{۲}\left[\theta_D - \frac{(-\Delta)}{۲}\right] + \left[۰ - \frac{۰}{۲}\right]$$

$$M_{DF} = \frac{۳EI}{۲}\left[\theta_D - ۰\right] + \left[۰ - \frac{۰}{۲}\right]$$

گام پنجم: مرادادن روابط شیب افت در معادلات تعادل:

بعد از مرادادن معادلات و ساده کردن به دستگاه زیر می رسیم

$$\begin{cases} ۳\theta_B - ۰/۷۵\Delta_C = \dfrac{۳,۱۳۶}{EI} \\ ۳\theta_D + ۰/۷۵\Delta_C = ۰ \\ -۱/۵\theta_B + ۱/۵\theta_D + ۱/۵\Delta_C = \dfrac{۸,۱۶۴}{EI} \end{cases}$$

در نتیجه داریم:

$$\theta_B = \frac{۲,۱۵۶}{EI} \quad , \quad \theta_D = \frac{۳,۱۴۴}{EI} \quad , \quad \Delta_C = \frac{۱۳,۱۷۶}{EI}$$

WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

آنالیز قابها به روش شیب ـ افت :

در آنالیز قابها به روش شیب ـ افت قابها را به دو گروه تقسیم بندی می کنیم :

۱ـ قابهای بدون انتقال جانبی :

آنالیز این قابها دقیقاً به روش تیرها است.

۲ـ قابهای با انتقال جانبی :

در آینده مورد بحث قرار خواهد گرفت.

* روش تشخیص اینکه یک قاب دارای انتقال جانبی یا شد یا خیر :

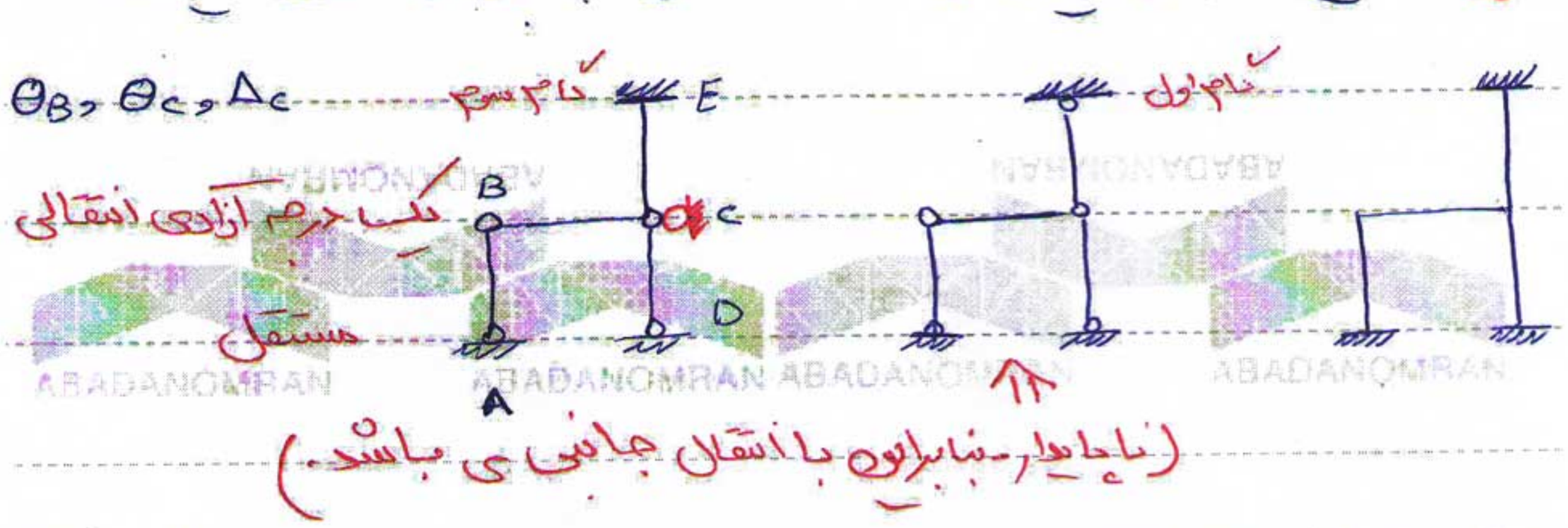
گام اول : کلیه ی تکیه گاه ها و گره های قاب را به مفصل تبدیل می کنیم

گام دوم : اگر سازه یا زهم پایدار بود بدون انتقال جانبی می باشد

گام سوم : اگر سازه ها پایدار بود به تعداد تکیه گاه های غلطکی که سازه را پایدار می کند درجه آزادی انتقالی مستقل داریم. (لازم)

مثال ـ نوع قابهای زیر را از لحاظ انتقال جانبی مشخص کنید

θ_B ، θ_C ، Δ_C

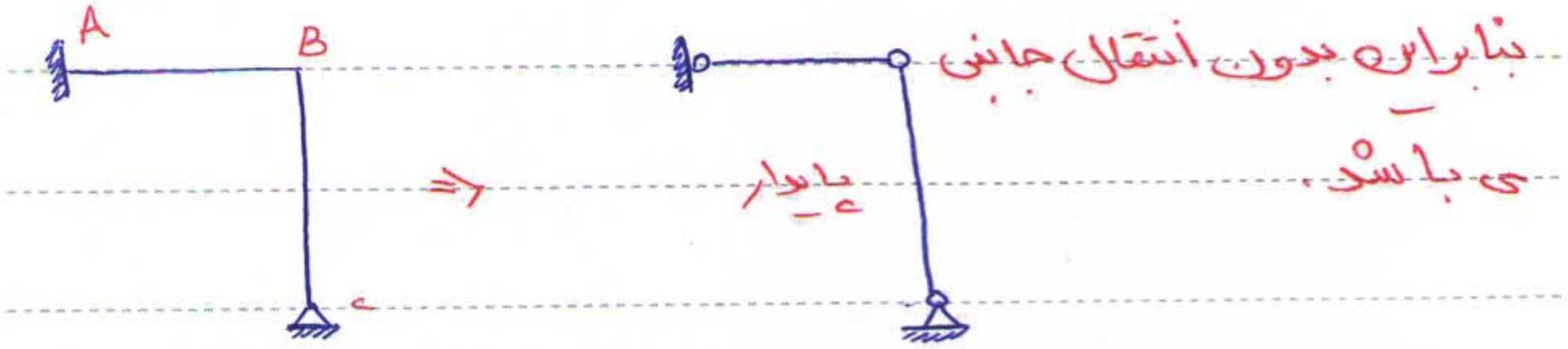


(ناپایدار ـ بنابراین با انتقال جانبی می باشد)

WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject :

Year: ۹۱ Month. ۱ Date. ۳۱



بنابراین بدون انتقال جانبی
ی باشد.

حرجات نامعینی ستاتیکی: θ_B و θ_C

ABADANOMRAN

WWW.ABADANOMRAN.COM